

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**  
**Της Θεοδωράτου Ελένης**

**Θέμα:** Σχέση μεταξύ της μεθόδου των δερματοπτυχών και της βιοηλεκτρικής αντίστασης στον υπολογισμό του ποσοστού σωματικού λίπους

**Επιβλέπων καθηγητής:**  
**Τσιόκανος Αθανάσιος**  
**Λέκτορας Π.Θ.**

**Τρίκαλα 2002**



αρ. εισ. .... Τ



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 2775/1  
Ημερ. Εισ.: 28-09-2004  
Δωρεά: \_\_\_\_\_  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΤΕΦΑΑ  
2002  
ΘΕΟ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000075151

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	Σελ.	5
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ		8
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ		11
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ		18
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ		22
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		23

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να μελετήσει τη συσχέτιση μεταξύ της μεθόδου των δερματοπτυχών και δύο διαφορετικών μεθόδων βιοηλεκτρικής αντίστασης (BIA). Η μία μέθοδος BIA στηρίχτηκε στην αρχή των δύο σημείων επαφής (TANITA) και η δεύτερη στην αρχή των τεσσάρων διαφορετικών σημείων επαφής (BODYSTAT). Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 90 άρρενες βάρους  $78.2 \pm 13.6$  κιλών και ύψους  $180.6 \pm 8.3$  εκατοστών οι οποίοι χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες (30 φοιτητές, 30 καλαθοσφαιριστές και 30 κολυμβητές). Στο συνολικό δείγμα, οι τιμές του ποσοστού σωματικού λίπους που προέκυψαν με βάση της μεθόδου των δερματοπτυχών, της μεθόδου TANITA και BODYSTAT ήταν  $10.98 \pm 4.87$ ,  $12.68 \pm 5.74$  και  $15.34 \pm 5.54$ , αντίστοιχα. Οι συντελεστές συσχέτισης των τιμών TANITA και BODYSTAT με εκείνες των δερματοπτυχών ήταν 0.63 και 0.64, αντίστοιχα. Ωστόσο, όταν η εξέταση έγινε στις επιμέρους ομάδες αθλητών, όπου και το δείγμα ήταν περισσότερο ομογενοποιημένο, παρατηρήθηκαν διαφορετικές συσχετίσεις. Οι συντελεστές συσχέτισης στις επιμέρους κατηγορίες του δείγματος ήταν 0.82 και 0.64 για τους φοιτητές, 0.81 και 0.72 για τους καλαθοσφαιριστές, και 0.85 και 0.53 για τους κολυμβητές. Με βάση τη διαφοροποίηση των συντελεστών συσχέτισης στις τρεις κατηγορίες δείγματος, προκύπτει ότι από τις δύο BIA μεθόδους εγκυρότερη είναι η TANITA, ενώ στην εφαρμογή τους για αξιολόγηση πληθυσμιακών ομάδων στο σύνολο τους πρέπει να εξετάζεται η ομοιογένεια του δείγματος.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the relationship between the skinfolds method and two different methods of bioelectrical impedance (BIA) in determining the percent body fat. One of the two methods of BIA was based on the two contact points (TANITA) and the second one was based on the four contact points (BODYSTAT). The subjects in the study were 90 males and were separated into three groups (30 students, 30 basketball players and 30 swimmers) and their body weight and height (mean  $\pm$  SD) was  $78.2 \pm 13.6$  Kg and  $180.6 \pm 8.3$  cm. The percent body fat values for the population sample measured by the skinfolds method, TANITA and BODYSTAT were  $10.98 \pm 4.87$ ,  $12.68 \pm 5.74$  and  $15.34 \pm 5.54$ , respectively. The correlation coefficients between TANITA and skinfolds and BODYSTAT and skinfolds were  $r = 0.63$  and  $r = 0.64$ , respectively. However, when the evaluation was performed separately on the three different groups the correlation coefficients between the skinfolds and TANITA and skinfolds and BODYSTAT were  $r = 0.82$  and  $r = 0.62$  for the students,  $r = 0.81$  and  $r = 0.72$  for the basketball players, and  $r = 0.85$  and  $r = 0.53$  for the swimmers. Based on the differences on the correlation coefficients that were found in the three different groups, it seems that TANITA correlates better in identifying the percent body fat with the skinfolds method compared to BODYSTAT. In addition, the homogeneity of the sample is an issue that needs to be examined before using the BIA method to determine the percent body fat.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο προσδιορισμός του ποσοστού λίπους αποτελεί έναν έγκυρο τρόπο αξιολόγησης της σωματοδομής ενός ατόμου. Η αύξηση του ποσοστού λίπους έχει συνδεθεί με ένα μεγάλο αριθμό ασθενειών που σχετίζονται τόσο με το καρδιαγγειακό σύστημα όσο και το μεταβολικό σύστημα του ανθρώπου. Η μείωση των επιπέδων της παχυσαρκίας οδηγεί σε καλύτερα επίπεδα υγείας, αυξάνει την αυτοπεποίθηση ενός ατόμου και βελτιώνει τα επίπεδα της θνησιμότητας και νοσηρότητας.

Επιπρόσθετα, ο προσδιορισμός του ποσοστού λίπους αποτελεί μία από τις συχνότερες μετρήσεις στον αθλητισμό. Η μείωση των επιπέδων σωματικού λίπους και η αύξηση της άλιπης σωματικής μάζας, όταν συνδυαστεί και με τις κατάλληλες προπονητικές επιβαρύνσεις, δημιουργεί τις προϋποθέσεις για καλύτερη απόδοση.

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι για την αξιολόγηση του ποσοστού σωματικού λίπους. Δύο από τις πιο διαδομένες μέθοδοι είναι η μέθοδος των δερματοπτυχών και η μέθοδος της βιοηλεκτρικής αντίστασης. Η μέθοδος των δερματοπτυχών στηρίζεται στην αρχή ότι το 50% περίπου του σωματικού λίπους εναποτίθεται υποδόρια. Υπολογίζοντας την πτυχή του δέρματος σε διάφορα μέρη του σώματος μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει διάφορες εξισώσεις που υπολογίζουν την πυκνότητα του σώματος, και εξ αυτής υπολογίζεται το ποσοστό λίπους. Αποτελεί μία ευρέως διαδεδομένη μέθοδος υπολογισμού του ποσοστού λίπους, είναι εύχρηστη, οικονομική και παρουσιάζει ένα μέσο όρο λάθους (standard error of the estimate) στον υπολογισμό του ποσοστού λίπους που υπολογίζεται στο 3.3 % όταν το άτομο το οποίο κάνει την μέτρηση είναι εξοικειωμένο με τον τρόπο μέτρησης (Heyward & Stolarzyck 1996).



Η μέθοδος της βιοηλεκτρικής αντίστασης αναπτύχθηκε στην δεκαετία του 1960 και είναι μία από τις πιο δημοφιλείς μεθόδους μέτρησης του ποσοστού σωματικού λίπους. Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι απλή, γρήγορη, μεταφερομένη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορα μέρη, όπως νοσοκομεία, γυμναστήρια και ιατρεία. Όταν χρησιμοποιούνται οι κατάλληλες εξισώσεις και τηρούνται οι προϋποθέσεις για τη μέτρηση τότε ο μέσος όρος λάθους (SEE) με τη συγκεκριμένη μέθοδο υπολογίζεται στο 3-4 % (Houtkooper 1996).

Η βιοηλεκτρική αντίσταση χρησιμοποιεί δύο συστήματα με τα οποία μπορεί να προσδιοριστεί το ποσοστό λίπους. Το ένα σύστημα είναι το κλασσικό στο οποίο χρησιμοποιούνται τόσο τα χέρια όσο και τα πόδια στον υπολογισμό της αντίστασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαπερνά τους ιστούς (τέσσερα σημεία επαφής), ενώ στο δεύτερο, και πιο πρόσφατο, χρησιμοποιούνται μόνο τα πόδια με τα οποία πατάει πάνω στη συσκευή ο εξεταζόμενος (2 σημεία επαφής). Αναφορές στη βιβλιογραφία υποδεικνύουν πως η μέθοδος της βιοηλεκτρικής αντίστασης στην οποία χρησιμοποιούνται μόνο τα πόδια για τον προσδιορισμό της αντίστασης προσδιορίζει τη σωματοδομή ενός ατόμου στον ίδιο βαθμό με την μέθοδο της βιοηλεκτρικής αντίστασης στην οποία χρησιμοποιούνται τα τέσσερα σημεία, με τη μόνη διαφορά ότι η μέθοδος των δύο σημείων προσφέρει γρηγοράδα και ευκολία στη μέτρηση (Nunez et al. 1997). Υπάρχουν αρκετές έρευνες στις οποίες αξιολογήθηκε η συσχέτιση μεταξύ της μεθόδου των δερματοπτυχών των τεσσάρων σημείων με τη μέθοδο των δερματοπτυχών σε φυσιολογικά άτομα (Mazagieros et al. 1996, Jackson et al. 1988). Ωστόσο, δεν υπάρχουν πολλές έρευνες στις οποίες να έχουν γίνει συγκρίσεις και συσχετίσεις μεταξύ των δύο μεθόδων βιοηλεκτρικής αντίστασης και της μεθόδου των δερματοπτυχών σε αθλητές (Utter et al. 2001).

Επομένως, ο σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να εξετάσει τη συσχέτιση των δύο μεθόδων της βιοηλεκτρικής αντίστασης και της μεθόδου των δερματοπτυχών σε αθλητές της καλαθοσφαίρισης και της κολύμβησης.



## 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

**Επιλογή συμμετεχόντων:** Ενενήντα άρρενες με μέσο όρο ηλικίας  $23.3 (\pm 2.2)$  έτη διάβασαν το έγγραφο συναίνεσης στην ερευνητική εργασία και έδωσαν την εθελοντική τους συγκατάθεση για συμμετοχή στην εργασία. Από αυτούς οι 30 ήταν καλαθοσφαιριστές, οι 30 ήταν αθλητές της κολύμβησης και οι υπόλοιποι 30 φοιτητές, οι οποίοι αποτέλεσαν και την ομάδα ελέγχου. Το βάρος  $78.2 \pm 13.6$  κιλά και το ύψος τους  $180.6 \pm 8.3$  εκατοστά αξιολογήθηκαν χρησιμοποιώντας ζυγαριά ακριβείας, στην οποία υπήρχε και αναστημόμετρο, της οποίας η βαθμονόμηση γινόταν πριν από κάθε μέτρηση.

**Μετρήσεις:** Οι καλαθοσφαιριστές και οι κολυμβητές επιλέχθηκαν από τοπικά σωματεία ενώ είχαν προπονητική ηλικία τουλάχιστον πέντε ετών. Οι φοιτητές επιλέχθηκαν από το Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και δεν είχαν συστηματική ενασχόληση τόσο με την καλαθοσφαίριση, την κολύμβηση όσο και τον αθλητισμό γενικότερα, πέραν των υποχρεώσεων τους με τη σχολή.

**Βιοληκετρική αντίσταση:** Πριν από τον προσδιορισμό του ποσοστού λίπους με τη μέθοδο της βιοληκετρικής αντίστασης οι συμμετέχοντες έπρεπε να ακολουθήσουν τις παρακάτω οδηγίες για τον σωστό τρόπο αξιολόγησης της μέτρησης: 1) να μην πιουν ή φάνε κάτι 4 ώρες πριν από τη μέτρηση, 2) να διατηρήσουν καλή ενυδάτωση του οργανισμού, 3) να μην προσλάβουν καφεΐνη ή αλκοόλ εντός 12 ωρών από την αξιολόγηση, 4) να μην ασκηθούν εντός 6 ωρών από την αξιολόγηση, 5) να μην προσλάβουν διουρητικά εντός 7 ημερών από την αξιολόγηση, και 6) να έχουν ουρήσει εντός 30 λεπτών από την αξιολόγηση (ACSM Guidelines, American College of Sports Medicine, 2000).

Για την αξιολόγηση του ποσοστού λίπους με τη μέθοδο της βιοηλεκτρικής αντίστασης χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικές συσκευές, οι οποίες όμως στηρίζονται στην ίδια αρχή, δηλαδή τη διαπέραση μίας μικρής ποσότητας ηλεκτρικού ρεύματος από το σώμα και του υπολογισμού της μείωσης των βολτ που επέρχεται από την αντίσταση που παρουσιάζεται από τους διαφόρους ιστούς του σώματος. Η μία μέτρηση πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας την συσκευή TANITA Body Fat Analyzer (μοντέλο TBF-521 , TANITA Corporation of America, Inc, Arlington Heights, IL, USA). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε ενώ το άτομο βρισκόταν στην όρθια θέση, φορούσε ένα αθλητικό σορτσάκι και ενώ ήταν ξυπόλητος πατούσε στις ατσαλένιες βάσεις του μηχανήματος. Τα τέσσερα ηλεκτρόδια αυτής της συσκευής βρίσκονται ενσωματωμένα στην επιφάνεια των ατσαλένιων βάσεων και η κάθε βάση είναι χωρισμένη στο εμπρόσθιο και οπίσθιο μέρος και έτσι δημιουργούνται δύο διαφορετικά ηλεκτρόδια. Το ρεύμα διαπερνά το εμπρόσθιο μέρος του ποδιού και η μείωση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας μετριέται καθώς το ρεύμα κατευθύνεται προς την οπίσθια πλευρά του ποδιού (φτέρνα). Η πυκνότητα του σώματος υπολογίστηκε με βάση την εξίσωση που δίνεται από τους κατασκευαστές (στην οποία χρησιμοποιούνται το βάρος, η ηλικία, ένας δείκτης αγωγιμότητας,  $\text{ύψος}^2/Z$ ) ενώ το ποσοστό λίπους βρέθηκε χρησιμοποιώντας της εξίσωση του Siri (Siri SA 1961).

Η δεύτερη μέτρηση του ποσοστού λίπους με τη μέθοδο της βιοηλεκτρικής αντίστασης πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας τη συσκευή BODYSTAT (μοντέλο 1500 MDD, BODYSTAT Inc, Tampa, FL, USA). Χρησιμοποιώντας αυτή τη συσκευή, ο εξεταζόμενος δεν βρίσκεται στην όρθια αλλά ξαπλωτή θέση. Τέσσερα ηλεκτρόδια τοποθετούνται εξωτερικά, ένα στο κάθε χέρι και ένα στο κάθε πόδι, τα οποία συνδέονται με τη συσκευή. Στηριζόμενοι στην αρχή ότι η άλιπη σωματική μάζα παρουσιάζει μεγαλύτερη ποσότητα νερού συγκριτικά με τη λιπώδη μάζα,

μπορούμε να υπολογίσουμε το ποσοστό λίπους λαμβάνοντας υπ' όψιν την αντίσταση που παρουσιάζεται από την μικρή διαπέραση ρεύματος διαμέσου του σώματος. Στην ανάλυση των δεδομένων με αυτή τη συσκευή λαμβάνεται υπ' όψιν και η ηλικία, το ύψος, το βάρος και το φύλο του εξεταζόμενου.

**Δερματοπτυχές:** Η μέθοδος των δερματοπτυχών πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας ένα δερματοπτυχόμετρο (HARPENDEN, ENGLAND). Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τον ίδιο εξεταστή ο οποίος είχε μεγάλη εμπειρία σε μετρήσεις ποσοστού λίπους με τη μέθοδο των δερματοπτυχών. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε επτά διαφορετικά σημεία του σώματος (στήθος, μεσομασχαλιαία, τρικέφαλος, υποπλάτιος, κοιλιά, υπερλαγόνιος, τετρακέφαλος) και ακολουθήθηκαν οι οδηγίες της Αμερικανικής Αθλητιατρικής Εταιρείας (American College of Sports Medicine) για τον προσδιορισμό της πυκνότητας του σώματος. Το ποσοστό λίπους προσδιορίστηκε χρησιμοποιώντας την εξίσωση του Siri (Siri SA 1961).

**Στατιστική ανάλυση:** Η ανάλυση των δεδομένων περιελάμβανε περιγραφική στατιστική (M, SD) των εξεταζόμενων μεταβλητών για την κάθε ομάδα χωριστά (φοιτητές, καλαθοσφαιριστές, κολυμβητές), και στο συνολικό δείγμα ( $n = 90$ ). Εφαρμόστηκε one-way Anova για έλεγχο της διαφοράς των μέσων τιμών των τριών ομάδων του δείγματος, χωριστά για τη μέθοδο των δερματοπτυχών, TANITA και την BODYSTAT. Η στατιστική ανάλυση εστιάστηκε κυρίως στην ανάλυση συσχέτισης (Pearson Product-Moment Correlation Coefficient) για τον προσδιορισμό της σχέσης της καθεμιάς από τις μεθόδους της βιοηλεκτρικής αντίστασης με την αντίστοιχη των δερματοπτυχών. Ο υπολογισμός του συντελεστή συσχέτισης έγινε επί του συνολικού δείγματος ( $n = 90$ ) και για την κάθε εξεταζόμενη ομάδα χωριστά.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα τα περιγραφικής στατιστικής παρουσιάζονται στον πίνακα

1. Στο συνολικό δείγμα, τη μεγαλύτερη μέση τιμή του ποσοστού σωματικού λίπους παρουσίασε η μέθοδος BODYSTAT ( $15.34 \pm 5.54$ ), ενώ τη μικρότερη η μέθοδος των δερματοπτυχών ( $10.98 \pm 4.86$ ). Η μέση τιμή της TANITA ήταν  $12.68 \pm 5.74$ . Όπως είναι φυσικό, η αντίστροφη σχέση ισχύει για την άλιπη σωματική μάζα: η μικρότερη μέση τιμή ( $65.87 \pm 9.07$ ) παρουσιάζεται με τη μέθοδο BODYSTAT, ενώ η μεγαλύτερη ( $69.15 \pm 9.10$ ) με τη μέθοδο των δερματοπτυχών.

Στους φοιτητές τη μεγαλύτερη μέση τιμή του ποσοστού σωματικού λίπους παρουσίασε η μέθοδος TANITA ( $16.10 \pm 5.10$ ), ενώ τη μικρότερη εκείνη των δερματοπτυχών ( $9.41 \pm 4.26$ ). Στους καλαθοσφαιριστές και κολυμβητές τη μεγαλύτερη μέση τιμή παρουσίασε η μέθοδος BODYSTAT ( $15.56 \pm 6.21$  και  $16.26 \pm 5.68$  αντίστοιχα), ενώ τη μικρότερη η μέθοδος TANITA ( $10.52 \pm 4.71$  και  $11.41 \pm 5.84$  αντίστοιχα).

Η μέθοδος των δερματοπτυχών παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών εξεταζόμενων ομάδων (φοιτητές, καλαθοσφαιριστές, κολυμβητές). Για αυτή τη μέθοδο η Ανοη παρουσίασε  $F(2, 87) = 4.34$ ,  $p = .016$ . Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών εξεταζόμενων ομάδων παρουσίασε και η μέθοδος TANITA [ $F(2, 87) = 9.82$ ,  $p = .000$ ]. Η μέθοδος BODYSTAT δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών εξεταζόμενων ομάδων [ $F(2, 87) = .898$ ,  $p = .411$ ]. Όπως δείχνουν και τα αποτελέσματα του πίνακα1., και στις τρεις μεθόδους, μεγαλύτερες τιμές του ποσοστού σωματικού λίπους παρουσιάζουν οι κολυμβητές, και μικρότερες τιμές οι φοιτητές (με εξαίρεση τη μέθοδο TANITA που δίνει μεγαλύτερη τιμή στους φοιτητές).



**Πίνακας 1.** Αποτελέσματα (μέση τιμή, τυπική απόκλιση) των μετρήσεων του ποσοστού σωματικού λίπους (% Λίπος) και της άλιπης σωματικής μάζας (ΑΣΜ) με τρεις μεθόδους: Δερματοπτυχές, Tanita, Bodystat

Εξεταζόμενη ομάδα	Δερματοπτυχές		Tanita		Bodystat	
	% Λίπος	ΑΣΜ	% Λίπος	ΑΣΜ	% Λίπος	ΑΣΜ
Φοιτητές (n = 30)	9.41±4.26	66.94±6.04	16.10±5.10	61.87±4.50	14.31±4.64	63.31±5.86
Καλαθοσφαιριστές (n= 30)	10.60±4.74	72.67±8.65	10.52±4.71	72.84±9.52	15.56±6.21	68.71±9.37
Κολυμβητές (n = 30)	12.92±5.02	67.83±11.10	11.41±5.84	68.88±10.74	16.26±5.68	65.55±10.96
Σύνολο (n = 90)	10.98±4.86	69.15±9.10	12.68±5.74	67.86±9.72	15.34±5.54	65.87±9.07

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης συσχέτισης παρουσιάζονται για το συνολικό δείγμα στον πίνακα 2., ενώ για τους φοιτητές, καλαθοσφαιριστές και για τους κολυμβητές, στους πίνακες 3, 4 και 5 αντίστοιχα. Οι συντελεστές συσχέτισης είναι στατιστικά σημαντικοί ( $p < .01$ ). Στο συνολικό δείγμα με τις δερματοπτυχές ελάχιστα υψηλότερα συσχετίζεται η BODYSTAT ( $r = .64$ ), σε σύγκριση με την TANITA ( $r = .63$ ).

Αν υπάρξει διαφοροποίηση του δείγματος (η ανάλυση συσχέτισης πραγματοποιηθεί χωριστά σε καθεμιά από τις τρεις εξεταζόμενες ομάδες) παρατηρούνται γενικώς υψηλότεροι συντελεστές συσχέτισης, με μεγαλύτερο συντελεστή αυτόν που αποδίδει τη σχέση μεταξύ των τιμών της μεθόδου των δερματοπτυχών με τις αντίστοιχες τιμές της μεθόδου TANITA. Οι συντελεστές συσχέτισης της TANITA με τη μέθοδο των δερματοπτυχών είναι .82, .81 και .85, ενώ της BODYSTAT με τη μέθοδο των δερματοπτυχών είναι .64, .72 και .53, για τους φοιτητές, καλαθοσφαιριστές και κολυμβητές αντίστοιχα. Αν λάβουμε υπόψη τον συντελεστή προσδιορισμού ( $r^2$ ), η μέθοδος TANITA ερμηνεύει το 66% - 72% της συνολικής διασποράς της μεθόδου των δερματοπτυχών, ενώ η μέθοδος BODYSTAT μόλις το 28% - 41% της ίδιας διασποράς.

Αν αντί του μεγέθους ποσοστό σωματικού λίπους μελετήσουμε το μέγεθος άλιπη σωματική μάζα, τότε οι συσχετίσεις των μεθόδων της βιοηλεκτρικής αντίστασης με τη μέθοδο των δερματοπτυχών παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές, με πάντα μεγαλύτερους τους συντελεστές συσχέτισης που αποδίδουν τη σχέση των δερματοπτυχών με την TANITA, έναντι εκείνων της σχέσης των δερματοπτυχών με την BODYSTAT. Έτσι για την άλιπη σωματική μάζα, οι συντελεστές συσχέτισης της TANITA με τη μέθοδο των δερματοπτυχών είναι .91, .97 και .98, ενώ της BODYSTAT με τη μέθοδο των δερματοπτυχών είναι .88, .93 και .92, για τους

φοιτητές, καλαθοσφαιριστές και κολυμβητές αντίστοιχα. Σε αυτή την περίπτωση, σύμφωνα με τους συντελεστές προσδιορισμού ( $r^2$ ), η μέθοδος TANITA ερμηνεύει το 83% - 95% της συνολικής διασποράς της μεθόδου των δερματοπτυχών, ενώ η μέθοδος BODYSTAT το 78% - 87% της ίδιας διασποράς.

**Πίνακας 2.** Συσχετίσεις (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) μεταξύ των μεταβλητών που αντιπροσωπεύουν τα τρία είδη λιπομέτρησης (Δερματοπτυχές, Tanita, Bodystat). Οι τιμές δίδονται ως ποσοστό σωματικού λίπους (% Λίπος) και ως άλιπη σωματική μάζα (ΑΣΜ) για 90 εξεταζόμενους.

n = 90	2	3	4	5	6
1. Δερματοπτυχές (% Λίπος)	.628 **	.639 **	.464 **	.528 **	.584 **
2. Tanita (% Λίπος)		.499 **	.417 **	.168	.443 **
3. Bodystat (% Λίπος)			.470 **	.449 **	.221 *
4. Δερματοπτυχές (% ΑΣΜ)				.926 **	.925 **
5. Tanita (% ΑΣΜ)					.880 **
6. Bodystat (% ΑΣΜ)					

\* P < .05, \*\* P < .01

**Πίνακας 3.** Συσχετίσεις (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) μεταξύ των μεταβλητών που αντιπροσωπεύουν τα τρία είδη λιπομέτρησης (Δερματοπτυχές, Tanita, Bodystat). Οι τιμές δίδονται ως ποσοστό σωματικού λίπους (% Λίπος) και ως άλιπη σωματική μάζα (ΑΣΜ) για 30 φοιτητές.

Φοιτητές (n = 30)	2	3	4	5	6
1. Δερματοπτυχές (% Λίπος)	.821 **	.638 **	.457 *	.495 **	.583 **
2. Tanita (% Λίπος)		.710 **	.698 **	.511 **	.672 **
3. Bodystat (% Λίπος)			.547 **	.452 *	.269
4. Δερματοπτυχές (% ΑΣΜ)				.909 **	.882 **
5. Tanita (% ΑΣΜ)					.882 **
6. Bodystat (% ΑΣΜ)					

\* P < .05, \*\* P < .01



**Πίνακας 4.** Συσχετίσεις (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) μεταξύ των μεταβλητών που αντιπροσωπεύουν τα τρία είδη λιπομέτρησης (Δερματοπτυχές, Tanita, Bodystat). Οι τιμές δίδονται ως ποσοστό σωματικού λίπους (% Λίπος) και ως άλιπη σωματική μάζα (ΑΣΜ) για 30 καλαθοσφαιριστές.

Καλαθοσφαιριστές (n = 30)	2	3	4	5	6
1. Δερματοπτυχές (% Λίπος)	.813 **	.719 **	.563 **	.614 **	.513 **
2. Tanita (% Λίπος)		.700 **	.454 *	.363 *	.360
3. Bodystat (% Λίπος)			.301	.304	.030
4. Δερματοπτυχές (% ΑΣΜ)				.970 **	.934 **
5. Tanita (% ΑΣΜ)					.924 **
6. Bodystat (% ΑΣΜ)					

\* P < .05, \*\* P < .01

**Πίνακας 5.** Συσχετίσεις (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) μεταξύ των μεταβλητών που αντιπροσωπεύουν τα τρία είδη λιπομέτρησης (Δερματοπτυχές, Tanita, Bodystat). Οι τιμές δίδονται ως ποσοστό σωματικού λίπους (% Λίπος) και ως άλιπη σωματική μάζα (ΑΣΜ) για 30 κολυμβητές.

Κολυμβητές (n = 30)	2	3	4	5	6
1. Δερματοπτυχές (% Λίπος)	.849 **	.526 **	.512 **	.547 **	.713 **
2. Tanita (% Λίπος)		.517 **	.628 **	.548 **	.822 **
3. Bodystat (% Λίπος)			.627 **	.657 **	.378
4. Δερματοπτυχές (% ΑΣΜ)				.976 **	.925 **
5. Tanita (% ΑΣΜ)					.898 **
6. Bodystat (% ΑΣΜ)					

\* P < .05, \*\* P < .01

#### 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης εργασίας δείχνουν ότι τόσο η μέθοδος των δύο επαφών (TANITA) όσο και η μέθοδος των τεσσάρων επαφών (BODYSTAT) βιοηλεκτρικής αντίστασης (BIA) προσδιορίζουν με ακρίβεια το ποσοστό λίπους. Τα αποτελέσματα αυτά συμβαδίζουν με αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών που έδειξαν πως η μέθοδος της βιοηλεκτρικής αντίστασης μπορεί να προσδιορίσει με ακρίβεια το ποσοστό λίπους σε σχέση με τη μέθοδο των δερματοπτυχών (Utter et al. 2001; Heyword & Stolarzyck 1996; Stolarzyck et al. 1997; Eaton et al. 1993). Επιπλέον, η συσχέτιση στην άλιπη σωματική μάζα μεταξύ της μεθόδου των δερματοπτυχών και της βιοηλεκτρικής αντίστασης που βρέθηκε στο συνολικό δείγμα είναι εφάμιλλη με τιμές που αναφέρθηκαν σε προηγούμενες εργασίες (Cable et al. 2001).

Είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε πως η συσχέτιση του συνολικού δείγματος ( $N=90$ ) μεταξύ της μεθόδου των δερματοπτυχών και των δύο μεθόδων BIA είναι στατιστικά σημαντική και δεν διαφέρει μεταξύ της TANITA και BODYSTAT ( $r=0.63$  και  $r=0.64$ , αντίστοιχα). Ωστόσο, εάν παρατηρήσει κανείς τις επιμέρους συσχετίσεις στις τρεις εξεταζόμενες ομάδες, όπου και το δείγμα παρουσιάζεται περισσότερο ομοιογενές, θα δει ότι οι συσχετίσεις διαφέρουν μεταξύ των δύο μεθόδων BIA. Επειδή δεν έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία πολλές έρευνες που να εξετάζουν τη συσχέτιση μεταξύ της μεθόδου των δερματοπτυχών και τη βιοηλεκτρικής αντίστασης είναι δύσκολο να ερμηνεύσει κανείς τη διαφορά στη συσχέτιση που παρατηρείται σε ένα ετερογενές δείγμα απ' ότι όταν πραγματοποιείται μία περισσότερη προσεγμένη προσέγγιση ατόμων με κοινά αθλητικά χαρακτηριστικά. Απ' ότι γνωρίζουμε αυτή είναι η πρώτη προσπάθεια αξιολόγησης της συσχέτισης μεταξύ της μεθόδου των δερματοπτυχών και των δύο διαφορετικών



μεθόδων BIA σε ένα ομογενοποιημένο δείγμα αθλητών. Φαίνεται λοιπόν πως όταν η εξέταση πραγματοποιείται σε ένα ετερογενές δείγμα η συσχέτιση μεταξύ της μεθόδου των δερματοπτυχών και της TANITA και του BODYSTAT είναι εφάμιλλες αλλά όταν το δείγμα παρουσιάζεται περισσότερο ομοιογενές παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μεθόδων BIA στη συσχέτιση με τη μέθοδο των δερματοπτυχών. Οι Utter et al. (2001) ανέφεραν συσχετίσεις σε παλαιστές μεταξύ της μεθόδου των δερματοπτυχών και της TANITA που πραγματοποιήθηκαν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές σε μία αγωνιστική περίοδο και οι οποίες κυμάνθηκαν από  $r = 0.67-0.83$ . Οι συσχετίσεις που παρατηρήθηκαν στη συγκεκριμένη εργασία μεταξύ της μεθόδου των δερματοπτυχών και της TANITA σε τρεις διαφορετικές ομάδες ομογενοποιημένου δείγματος (φοιτητές, καλαθοσφαιριστές και κολυμβητές) κυμάνθηκαν μεταξύ  $r = 0.81-0.85$ , που συμβαδίζουν με τις ανώτερες τιμές που αναφέρθηκαν από τους Utter et al. Ωστόσο, θα πρέπει να αναφερθεί πως οι παλαιστές αποτελούν μία ιδιαίτερη ομάδα αθλητών η οποία χαρακτηρίζεται από τη συχνή μεταβολή του σωματικού βάρους και της ενυδάτωσης του σώματος. Εξαιτίας του ότι η μέθοδος της BIA βασίζεται στην καλή ενυδάτωση του οργανισμού και στο γεγονός ότι οι συμμετέχοντες στην παρούσα εργασία ακολούθησαν τις οδηγίες που αναφέρονται για τη σωστή μέτρηση του ποσοστού λίπους με τη μέθοδο της BIA, φαίνεται πως η μέθοδος TANITA μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια για την αξιολόγηση του ποσοστού λίπους σε ένα ομογενοποιημένο δείγμα αθλητών. Αντίθετα, με τη μέθοδο BODYSTAT παρατηρήθηκαν συσχετίσεις με τη μέθοδο των δερματοπτυχών στις τρεις ομάδες που εξετάστηκαν οι οποίες κυμάνθηκαν από  $r = 0.53-0.72$ . Οι τιμές αυτές είναι σαφώς μικρότερες από αυτές της μεθόδου TANITA, παρά το γεγονός ότι όταν ομαδοποιήθηκαν όλοι οι συμμετέχοντες παρατηρήθηκε μία συσχέτιση παρόμοια μεταξύ των δύο μεθόδων. Τα αποτελέσματα του BODYSTAT

είναι εν μέρει σε συμφωνία με τα αποτελέσματα των Huygens et al. και Eliakim et al. που αναφέρουν πως δεν υπάρχει μεγάλη συσχέτιση μεταξύ της μεθόδου της BIA και της μεθόδου των δερματοπτυχών σε ένα γκρουπ αθλητών του bodybuilding και μία ομάδα χορευτριών του μπαλέτου (Huygens et al. 2002; Eliakim et al. 2000). Οποσδήποτε αυτή η παρατήρηση είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα και απαιτείται περαιτέρω έρευνα για να δοθούν πιο ολοκληρωμένες απαντήσεις στο συγκεκριμένο θέμα.

Μία άλλη ενδιαφέρουσα παρατήρηση η οποία εκλαμβάνεται από τα αποτελέσματα της εργασίας είναι οι συσχετίσεις που παρατηρούνται μεταξύ των δύο μεθόδων βιοηλεκτρικής αντίστασης. Όταν πραγματοποιήθηκε η ανάλυση έχοντας όλους τους συμμετέχοντες των τριών διαφορετικών ομάδων σε μία ομάδα (κάτι που δημιουργεί ένα ετερογενές δείγμα) η συσχέτιση μεταξύ των δύο μεθόδων ήταν βέβαια στατιστικά σημαντική αλλά μικρότερη από αυτή που παρατηρήθηκε όταν έγινε η ανάλυση για τις τρεις ομάδες ξεχωριστά ( $r = 0.52-0.71$ ). Οι Nunez et al. ανέφεραν μία υψηλότερη συσχέτιση στην αγωγιμότητα μεταξύ της TANITA και της μεθόδου των τεσσάρων σημείων (αντίστοιχη του BODYSTAT) παρά τη συστηματική διαφορά (150 ohms) που υπήρχε μεταξύ των δύο μεθόδων (Nunez et al. 1997). Όταν εξετάζει κανείς τις επιμέρους συσχετίσεις των δύο μεθόδων BIA παρατηρεί πως η συσχέτιση στους κολυμβητές ήταν σχεδόν παρόμοια με αυτή του γενικού πληθυσμού. Η συσχέτιση στις δύο μεθόδους αυξήθηκε σημαντικά όταν έγινε η αξιολόγηση στην ομάδα των καλαθοσφαιριστών και στην ομάδα των κολυμβητών. Δεν υπάρχουν δεδομένα που να εξετάζουν τη σχέση μεταξύ των δύο μεθόδων BIA στην αξιολόγηση του ποσοστού λίπους ή της άλιπης σωματικής μάζας σε ένα ομογενοποιημένο γκρουπ αθλητών. Θα πρέπει να τονιστεί πως η κάθε μέθοδος BIA χρησιμοποιεί διαφορετικές εξισώσεις στον υπολογισμό του ποσοστού λίπους και γι' αυτό θα πρέπει να είναι

κανείς ιδιαίτερα προσεκτικός όταν χρησιμοποιεί τη μέθοδο της BIA για τον προσδιορισμό του ποσοστού λίπους σε πριν- και μετά- καταστάσεις, διαφορετικά εσφαλμένα συμπεράσματα μπορούν να εξαχθούν. Αυτό είναι ένα θέμα το οποίο αξίζει ιδιαίτερης προσοχής και χρειάζεται περαιτέρω έρευνα για να εξεταστεί η συσχέτιση μεταξύ των δύο μεθόδων BIA σε ομογενοποιημένο δείγμα ατόμων.

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας δείχνουν πως τόσο η μία μέθοδος BIA όσο και η άλλη προσδιορίζουν το ποσοστό λίπους με ακρίβεια σε ένα ετερογενές δείγμα συγκριτικά με τη μέθοδο των δερματοπτυχών. Ωστόσο, όταν η μέτρηση γίνεται σε ένα ομοιογενές δείγμα φαίνεται πως η μέθοδος TANITA προσεγγίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια το ποσοστό λίπους των δερματοπτυχών. Οπωσδήποτε απαιτούνται περισσότερες έρευνες έτσι ώστε να εξεταστεί η αξιοπιστία της BIA με μία μέθοδο αναφοράς του προσδιορισμού του ποσοστού λίπους (π.χ. υποβρύχιο ζύγισμα) σε ένα ομοιογενές δείγμα αθλητών.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- American College of Sports Medicine (2000). ACSM's Guidelines for Exercise testing and Prescription, 6<sup>th</sup> Edition, Franklin BA(eds), Lippincott Williams & Wilkins (Philadelphia).
- Cable A, Nieman DC, Austin M, Hogen E, Utter AC. (2001). Validity of leg-to-leg bioelectrical impedance measurement in males. *J Sports Med Phys Fitness* Sep;41(3):411-4.
- Eaton AW, Israel RG, O'Brien KF, Hortobagyi T, McCammon MR. (1993). Comparison of four methods to assess body composition in women. *Eur J Clin Nutr* May; 47(5):353-360.
- Eliakim A, Ish-Shalom S, Giladi A, Falk B, Constantini N. (2000). Assessment of body composition in ballet dancers: correlation among anthropometric measurements, bio-electrical impedance analysis, and dual-energy X-ray absorptiometry. *Int J Sports Med*, Nov;21(8):598-601.
- Houtkooper, L.B. (1996). Assessment of body composition in youths and relationship to sport. *Intern J Sports Nutr* 6(2):146-164.
- Huygens W, Claessens AL, Thomis M, Loos R, Van Langendonck L, Peeters M, Philippaerts R, Meynaerts E, Vlietinck R, Beunen G. (2002 ). Body composition estimations by BIA versus anthropometric equations in body builders and other power athletes. *J Sports Med Phys Fitness*, Mar;42(1):45-55.
- Jackson, A.S., Pollock, M.L., Graves, J.E., Mahar, M.T. (1988). Reliability and validity of bioelectrical impedance in determining body composition. *J Appl Physiol*, 64(2):529-534.
- Mazagieros, M., Valdez, C., Kraaij, S., Van Setten, C., Liurink, C., Breuer, K., Haskell, M., Mendoza, I., Solomons, N.W., Deurenberg, P. (1996). A comparison of



body fat estimates using anthropometry and bioelectrical impedance analysis with distinct prediction equations in elderly persons in the Republic of Guatemala.

*Nutrition*, 12(3):168-175.

Nunez, C., Gallagher, D., Visser, M., Pi-Sunyer, E.X., Wang, Z., Heymsfield, S.B. (1997). Bioimpedance analysis: Evaluation of leg-to-leg system based on pressure contact foot-pad electrodes. *Med Sci Sports and Exerc*, 29:524-531.

Siri SE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Brozek J, Henschel A, eds. Techniques for measuring body composition. Washington, DC: *National Academy of Sciences, National Research Council*, 1961:223–34.

Utter, A.C., Nieman, D.C., Ward, A.N., Butterworth, D.E. (1999). Use of leg-to-leg bioelectrical impedance method in assessing body composition change in obese women. *Amer J Clin Nutr*, 69(4):603-607.

Utter, A.C., Scott, J.R., Oppliger, R.A., Visich P.S., Goss, F.L., Marks, B.L., Nieman, D.C., Smith, B.W. (2001). A comparison of leg-to-leg bioelectrical impedance and skinfolds in assessing body fat in collegiate wrestlers. *J Strength and Condi Res*, 15(2):157-160.